

10/502277

BEST AVAILABLE COPY JP03/02344

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

28.02.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 3月 1日

REC'D 25 APR 2003

WIPO

PCT

出願番号

Application Number:

特願2002-055231

[ST.10/C]:

[JP2002-055231]

出願人

Applicant(s):

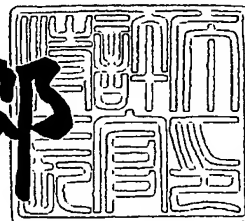
東京電力株式会社
並木精密宝石株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3024199

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-2103

【提出日】 平成14年 3月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01R 15/00

【発明の名称】 電流測定装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号 東京電力株式会社電力技術研究所内

【氏名】 黒澤 潔

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号 東京電力株式会社電力技術研究所内

【氏名】 廣木 良治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都足立区新田3-8-22 並木精密宝石株式会社内

【氏名】 今野 良博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都足立区新田3-8-22 並木精密宝石株式会社内

【氏名】 佐々木 勝

【特許出願人】

【識別番号】 000003687

【氏名又は名称】 東京電力株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000240477

【氏名又は名称】 並木精密宝石株式会社

【代理人】

【識別番号】 100087686

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 雅利

【電話番号】 03-5296-0061

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 022367

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9714692

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電流測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定電流が流れている導体の外周に周回設置される光ファイバセンサを有し、前記光ファイバセンサ中を伝播する直線偏波光が、前記被測定電流の磁界で回転するファラデー回転角を検出する電流検出部と、前記電流検出部で検出された光量を電気量に変換する光電変換部とを備えた電流測定装置において、

前記電流検出部は、前記光ファイバセンサの入射端近傍に設置され、前記直線偏波光の偏波面を 22.5° 回転させるファラデー素子と、

前記ファラデー素子の前記光電変換部側に設置され、前記光ファイバセンサからの出射光を、直交する常光と異常光とに分離する光透過型の偏光分離素子と、

前記直線偏波光を前記偏光分離素子に入射させるとともに、前記偏光分離素子から出射される常光を前記光電変換部に送出する第1光ファイバと、

前記偏光分離素子から出射される異常光を前記光電変換部に送出する第2光ファイバと、

前記光ファイバセンサの入射端と前記偏光分離素子との間に設置され、結像点が前記光ファイバセンサと前記第1光ファイバの端面コア部に設定されるレンズ系とを有することを特徴とする電流測定装置。

【請求項2】 前記レンズ系は、前記偏光分離素子と前記ファラデー素子との間に設置することを特徴とする請求項1記載の電流測定装置。

【請求項3】 前記レンズ系は、前記ファラデー素子と前記光ファイバセンサとの間に設置することを特徴とする請求項1記載の電流測定装置。

【請求項4】 前記偏光分離素子は、ルチル、オルトヴァナジン酸イットリウム、ニオブ酸リチウム、方解石からなる平行平板から選択されることを特徴とする請求項1記載の電流測定装置。

【請求項5】 前記第1および第2光ファイバは、2芯構造のフェルールなどからなる間隔保持部材により所定間隔を隔てて平行に保持され、

前記第1および第2ファイバの保持間隔を、前記平行平板で構成された前記偏

光分離素子の厚みと物質とに応じて求められる前記常光と異常光との間の分離間隔に設定することを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項記載の電流測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ファラデー効果を利用した電流測定装置に関し、特に、光ファイバセンサを用いる電流測定装置において、光をセンサの一端側から入射して、他端側で反射させる反射型の電流測定装置の改良技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光の偏波面が磁界の作用により回転するファラデー効果を利用した電流の測定装置が知られている。この種の測定装置は、例えば、特開平 1 0 - 3 1 9 0 5 1 号公報にその一例が開示されている。

【0003】

このような電流測定装置では、電磁雑音の影響を受けず、また、電流検出用光ファイバを周回配置した内部のみに感知して、周回配置した外部導体に流れる電流からの影響を受け難いなどの長所があり、例えば、ガス絶縁式の開閉装置内への適用や、短絡事故、地絡事故の発生区間の特定用、新需要家や新供給家による電力需給変動の監視、さらには、効率的需給配電用としての適用が検討されている。

【0004】

上記公報に開示されている電流測定装置は、被測定電流が流れている導体の外周に光ファイバセンサを周回設置し、光ファイバセンサの一端側から入射させた直線偏波光を、光ファイバセンサの他端側で反射させた際に、被測定電流の磁界で回転する直線偏波光のファラデー回転角を測定することを基本構成としている。

【0005】

図 5 は、この公報に開示されている電流測定装置の要部を示したものであり、

電流測定装置は、被測定電量が流れている導体1の外周に、反射型の光ファイバセンサ2が周回設置されている。

【0006】

光ファイバセンサ2の入射端側には、直線偏波光の偏波面を22.5°回転させる光透過型の磁気飽和性を持つ強磁性ファラデー素子3が設けられ、強磁性ファラデー素子3の前端側には、光ファイバセンサ2からの出射光を、直交する常光と異常光とに分波して受光素子に導く光透過型の偏光分離素子4が設置されている。

【0007】

しかしながら、このような構成を備えた電流測定装置には、以下に説明する技術的な課題があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

すなわち、上記公報に開示されている電流測定装置は、実際に、測定機器として使用する際には、光ファイバのコアに光を収束させる必要があるので、例えば、図5に示すように、光ファイバセンサ2と強磁性ファラデー素子3との間、および、偏光分離素子4とこれに直線偏波光を導入する光ファイバ5との間、ないしは、偏光分離された異常光を導出する光ファイバ6との間に、それぞれレンズ7を介在させることになる。

【0009】

ところがこのような構成では、偏光分離素子4の常光と異常光との間の分離間隔が比較的狭いので、偏光分離素子4と光ファイバ5、6との間に、2個のレンズ7を平行に配置することが非常に難しい。

【0010】

レンズ7の設置が可能な分離間隔を確保しようとするところの分離間隔が偏光分離素子4の厚みに比例するので、偏光分離素子4の厚みが大きくなり、全体構造が大型化する。

【0011】

また、図5に示した構造では、構成部品が多くなり、構成が複雑化するととも

に、レンズ7と光ファイバなどの光軸合わせにも時間がかかり、組立て工数も嵩み、その結果、製造コストも高くなるという問題があった。

【0012】

このような問題の解決手段として、例えば、図6に示すように、偏光分離素子として、ローションプリズム4aを用い、これと光ファイバ5、6との間に1つのレンズ9を設置する構成が考えられる。

【0013】

また、図7に示すように、偏光分離素子として、一軸性複屈折結晶材料製のクサビ形プリズム4bを用い、これと光ファイバ5、6との間に1つのレンズ9を用いる構成が考えられ、図6、7に示した構成によれば、構成部品の低減を図ることができる。

【0014】

しかしながら、このような解決手段では、ローションプリズム4aないしはクサビ形プリズム4bから送出される常光と異常光との光路が、平行にならず、このような状態でレンズ9に光を入射すると、レンズ9を通過した後で両光を平行にする必要があるので、レンズ9の構造が複雑になり、また、高度な調整も必要となって、所要の効果が得られない。

【0015】

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、構成部品の低減により、小型化を達成し、かつ、簡単に組み立てられる電流測定装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、被測定電流が流れている導体の外周に周回設置される光ファイバセンサを有し、前記光ファイバセンサ中を伝播する直線偏波光が、前記被測定電流の磁界で回転するファラデー回転角を検出する電流検出部と、前記電流検出部で検出された光量を電気量に変換する光電変換部とを備えた電流測定装置において、前記電流検出部は、前記光ファイバセンサの入射端近傍に設置され、前記直線偏波光の偏波面を22.5°回転させるファラデー

素子と、前記ファラデー素子の前記光電変換部側に設置され、前記光ファイバセンサからの出射光を、直交する常光と異常光とに分離する光透過型の偏光分離素子と、前記直線偏波光を前記偏光分離素子に入射させるとともに、前記偏光分離素子から出射される常光を前記光電変換部に送出する第1光ファイバと、前記偏光分離素子から出射される異常光を前記光電変換部に送出する第2光ファイバと、前記光ファイバセンサの入射端と前記偏光分離素子との間に設置され、結像点の前記光ファイバセンサと前記第1光ファイバの端面コア部に設定されるレンズ系とを有している。

【0017】

上記構成の電流測定装置によれば、光ファイバセンサの入射端と偏光分離素子との間に設置するレンズ系は、結像点を、光ファイバセンサの端面コア部と、直線偏波光を偏光分離素子に入射させるとともに、偏光分離素子から出射される常光を光電変換部に送出する第1光ファイバの端面コア部とにそれぞれ設定するので、この1つのレンズ系だけで済み、電流検出部の構成部品の低減と小型化とが達成され、光軸合わせも簡単になる。

【0018】

また、偏光分離素子と第1および第2光ファイバとの間にレンズを配置しない構成では、偏光分離素子を薄型化して、常光と異常光との間の分離間隔を小さくしても、これに対応させて第1および第2光ファイバの設置間隔を合わせればよく、偏光分離素子を薄型化して、より一層の小型化を図ることができる。

【0019】

本発明の電流測定装置では、前記レンズ系は、前記偏光分離素子と前記ファラデー素子との間、または、前記ファラデー素子と前記光ファイバセンサとの間に設置することができる。

【0020】

前記偏光分離素子は、ルチル、オルトヴァナジン酸イットリウム、ニオブ酸リチウム、方解石からなる平行平板から選択することができる。

【0021】

前記第1および第2光ファイバは、2芯構造のフェルールなどからなる間隔保

持部材により所定間隔を隔てて平行に保持され、前記第 1 および第 2 ファイバの保持間隔を、前記平行平板で構成された前記偏光分離素子の厚みと物質とに応じて求められる前記常光と異常光との間の分離間隔に設定することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について、添付図面に基づいて詳細に説明する。図 1 および図 2 は、本発明にかかる電流測定装置の第 1 実施例を示している。同図に示した電流測定装置は、電流検出部 10 と、光電変換部 20 とを備えている。

【0023】

電流検出部 10 には、被測定電流 I が流れている導体 30 の外周に周回設置される光ファイバセンサ 11 を有している。光ファイバセンサ 11 は、鉛ガラスファイバや石英ガラスファイバなどで構成され、内部に直線偏波光 L_0 ないしは反射直線偏波光 L_R を伝播させるものであって、導体 30 の外周を周回した後に、端部で反射するように、一端側に反射膜 12 が設けられている。

【0024】

電流検出部 10 は、光ファイバセンサ 11 中を伝播する光 L_0 、 L_R が、被測定電流 I の磁界の影響を受けて回転するファラデー回転角を検出するものであり、第 1 ファラデー素子 13 と、偏光分離素子 14 と、第 1 光ファイバ 15 と、第 2 光ファイバ 16 と、レンズ 17 とを備えている。

【0025】

第 1 ファラデー素子 13 は、外周に磁石が設けられた光透過型のものであって、光ファイバセンサ 11 の入射端 11a 近傍に設置され、入射する直線偏波光 L_0 ないしは反射直線偏波光 L_R の偏波面を 22.5° 回転させる。

【0026】

偏光分離素子 14 は、光透過型のものであって、第 1 ファラデー素子 13 の光電変換部 20 側に設置され、光ファイバセンサ 11 からの出射光を、相互に直交する常光 L_1 と異常光 L_2 とに分波するとともに、後述する光源から発射される直線偏波光 L_0 を透過させる機能を備えている。

【0027】

このような機能を有する偏光分離素子14は、以下の表に示す物性を有する複屈折結晶物質、すなわち、ルチル、オルトヴァナジン酸イットリウム、ニオブ酸リチウム、方解石から選択することができる。

【0028】

このような材質から選択された物質は、所定厚み t で、対向する2面が平行となる平板に加工して偏光分離素子14とされ、平行な平面の一方が、第1光ファイバ15および第2光ファイバ16の端面と対向し、他方の平面がレンズ17と対向するように設置する。

【0029】

このような平行平板に加工された偏光分離素子14では、反射直線偏波光 L_R が一方の平面から入射すると、常光 L_1 と異常光 L_2 とに分波され、他方の平面から出射すると、これらの常光 L_1 と異常光 L_2 とが所定の分離間隔 d を隔てて平行になる。

【0030】

【表】

複屈折結晶の物性

複屈折結晶		TiO ₂ ルチル	YVO ₄ オルトヴァナジン酸イットリウム	LiNbO ₃ ニオブ酸リチウム	CaCO ₃ 方解石
熱膨張係数 (/°C)	c-axis	9.19×10^{-6}	11.37×10^{-6}	16.7×10^{-6}	5.68×10^{-6}
	a-axis	7.14×10^{-6}	4.43×10^{-6}	7.0×10^{-6}	24.39×10^{-6}
屈折率@1.55 μm	no	2.452	1.938	2.219	1.6629
	ne	2.709	2.138	2.14	1.4885
複屈折性@1.55 μm		-0.257		0.079	0.1744
結晶形態		正の一軸性結晶	正の双軸性結晶	負の双軸性結晶	負の一軸性結晶
モース硬度			6.5	5	3
耐環境		良	良	良	潮解性有り
常光と異常光が最大に分離する結晶軸の入射ビームに対する角度(°)			47.8	47.8	44
結晶の厚さt(mm)を1とした時のビーム分離幅(mm)					
		0.099841	0.098372	0.036259	0.111021

第1光ファイバ15は、偏波面保持ファイバから構成され、一端側の端面15aが偏光分離素子14に僅かな間隔を隔てて近接配置するか、あるいは、双方が当接するように配置され、直線偏波光 L_0 を偏光分離素子14に入射させるとともに、偏光分離素子14から出射される常光 L_1 を光電変換部20側に送出する。

【0031】

第2光ファイバ16は、通常形態の光ファイバや偏波面保持ファイバなどから構成され、一端側の端面16aが、第1光ファイバ15と実質的に同様に、偏光分離素子14に近接して配置され、偏光分離素子14から出射される異常光 L_2 を光電変換部20側に送出する。

【0032】

本実施例の場合には、第1および第2光ファイバ15、16は、一端側の端面15a、16a同士が同一平面上にあって、所定間隔 L を隔てて、2芯構造のフェルルール18により保持されている。

【0033】

この場合の所定間隔 L は、平行平板状の偏光分離素子14の厚み t と選択された物質の物性に応じて設定される。すなわち、表1に示した複屈折結晶では、常光 L_1 と異常光 L_2 との分離間隔 d は、以下の式求められる。

$$d = t \times (n_n - n_o) / \lambda$$

ここで、

【0034】

【式】

$$n_n = \sqrt{\frac{n_e^2 \cdot n_o^2}{n_e^2 \cdot \cos^2 \alpha + n_o^2 \cdot \sin^2 \alpha}}$$

d : 常光 L_1 と異常光 L_2 との分離間隔

t : 偏光分離素子 14 の厚み

n_o : 偏光分離素子 14 の常光屈折率

n_e : 偏光分離素子 14 の異常光屈折率

α : 偏光分離素子 14 の入射角と結晶光軸のなす角度

λ : 光の波長

分離間隔 d が求められると、平行平板状の偏光分離素子 14 では、素子 14 から出射した常光 L_1 と異常光 L_2 とが平行になるので、所定間隔 L を分離間隔 d と一致させることで、これらの光を各光ファイバ 15, 16 のコア部に導入することができる。

【0035】

この場合、2 芯構造のフェルルール 18 は、例えば、間隔が $125\ \mu\text{m}$ に規格化されたものが市販されているので、分離間隔 d がこれに適合するように偏光分離素子 14 の厚みを設定すると、規格品の利用が可能になり、経済性も向上する。

【0036】

なお、第 1 および第 2 光ファイバ 15, 16 を所定間隔に保持する手段は、2 芯構造のフェルルール 18 に限る必要はなく、例えば、平行な 2 本の V 字溝を備え、光ファイバ 15, 16 を V 溝内に挿入することで、双方の位置決めが可能な機能を備えた挟持構造の間隔保持部材であってもよい。

【0037】

レンズ 17 は、本実施例の場合には、単一のレンズから構成され、第 1 ファラデー素子 13 と偏光分離素子 14 との間に設置され、結像点 A, B が、図 2 に示すように、光ファイバセンサ 11 の入射端 11a と第 1 光ファイバ 15 の端面 15a のコア部に設定されている。

【0038】

本実施例の場合、光ファイバセンサ 11 の入射端 11a と第 1 光ファイバ 15 の一端面 15a は、それぞれの光軸と直交する直立面になっていて、レンズ 17 の結像点は、各ファイバのコア部の概略中心上に設定されている。

【0039】

一方、光電変換部 20 には、光源 21 と、レンズ 22 と、偏波分離プリズム 23 と、2 個の第 1、第 2 光電変換素子 24、25 と、第 2 ファラデー素子 26 とを備えている。

【0040】

光源 21 は、半導体レーザーなどで構成され、所定波長 λ の光を発射させる。レンズ 22 は、光源 21 の前方に設置され、光源 21 から発射される光を集光させて、偏波分離プリズム 23 に入射させる。

【0041】

偏波分離プリズム 23 は、光源 21 から発射された光を透過させるとともに、第 1 光ファイバ 15 を介して入射される常光を、第 1 光電変換素子 24 側に反射させる。

【0042】

第 1 および第 2 光電変換素子 24、25 は、ホトダイオードなどで構成され、光を受光して、電気信号に変換する。第 2 ファラデー素子 26 は、偏波分離プリズム 23 の前方に設置され、入射する直線偏波光を 45° 回転させる。

【0043】

第 2 ファラデー素子 26 の前方には、第 1 光ファイバ 15 の他端 15b が近接配置されている。また、第 2 光電変換素子 25 には、第 2 光ファイバ 16 から送出される光が入力されるようになっている。

【0044】

以上のように構成された電流測定装置では、光源 21 から発射された光は、レンズ 22、偏波分離プリズム 23 を透過して、第 2 ファラデー素子 26 に入射し、ここで偏波面を 45° 回転させることで、直線偏波光 L_0 として送出され、これが第 1 光ファイバ 15、偏光分離素子 14、レンズ 17、第 1 ファラデー素子 13 を通って、光ファイバセンサ 11 の入射端 11a に到達し、この入射端 11a から光ファイバセンサ 11 内に入射する。

【0045】

この際に、直線偏波光 L_0 は、第 1 ファラデー素子 13 を通過する際に、偏波面が 22.5° 回転させられる。光ファイバセンサ 11 内に入射した直線偏波光

L_0 は、その内部を伝播して、他端側に到達し、反射膜 12 で反射して反射直線偏波光 L_R となって、再び入射端 11a に戻る。

【0046】

このような伝播の際に、光ファイバセンサ 11 は、被測定電流 I が流れている導体 30 の外周に周回設置されているので、直線偏波光 L_0 、反射直線偏波光 L_R は、電流磁界の影響を受けて偏波面が、電流 I の大きさに応じて回転する。

【0047】

入射端 11a から出射した反射直線偏波光 L_R は、再度第 1 ファラデー素子 13 を通過する際に、 22.5° 偏波面が回転させられ、レンズ 17 を通過して、偏光分離素子 14 に入射する。

【0048】

偏光分離素子 14 に入射した反射直線偏波光 L_R は、相互に直交する偏波面の常光 L_1 と異常光 L_2 とに分離され、常光 L_1 は、第 1 光ファイバ 15 を介して、第 1 光電変換素子 24 に受光されて電気信号に変換される。一方、異常光 L_2 は、第 2 光ファイバ 16 を介して、第 2 光電変換素子 25 に受光されて電気信号に変換される。

【0049】

光電変換素子 24、25 により電気信号に変換されると、この電気信号は、例えば、1996 年発行の技術論文（電気学会論文誌 B、116 巻 1 号、93～103）に開示されているような論理回路に入力して、所定の演算を行うことにより、被測定電流 I の大きさを求めることができる。

【0050】

なお、上述した偏光分離素子 14 で分波される常光 L_1 と異常光 L_2 とは、第 1 ファラデー素子 13 の偏波面回転角に温度依存性がなければ、平均強度比が 1 : 1 となる。

【0051】

ところが、本発明者らの知見によると、ファラデー素子 13 には、偏波面の回転角度に温度依存性があり、これを考慮しないと、測定誤差となる。そこで、本実施例では、第 1 および第 2 光電変換素子 24、25 により得られた 2 つの電気

信号のDC成分を除去し、それぞれの変調度の平均を演算することにした。

【0052】

このような演算処理を行うと、ファラデー素子13の温度特性に基づく、偏波面の回転角度の変動を補償して、高精度の測定を可能にしつつ、電流検出部10からの測定光を効率良く受光することができる。

【0053】

さて、以上のように構成した電流測定装置によれば、第1ファラデー素子13と偏光分離素子14との間に設置するレンズ17は、結像点を、光ファイバセンサ11の端面コア部と、直線偏波光 L_0 を偏光分離素子14に入射させるとともに、偏光分離素子14から送出される常光 L_1 を光電変換部20に送出する第1光ファイバ15の端面コア部とにそれぞれ設定するので、この1つのレンズだけで済み、電流検出部10の構成部品の低減と小型化とが達成され、光軸合わせも簡単になる。

【0054】

また、偏光分離素子14と第1および第2光ファイバ15、16との間にレンズを配置しない構成では、偏光分離素子14を薄型化して、常光 L_1 と異常光 L_2 との間の分離間隔 d を小さくしても、これに対応させて第1および第2光ファイバ15、16の設置間隔 l を合わせればよく、偏光分離素子14を薄型化しても従来の方式のような不都合がなく、より一層の小型化を図ることができる。

【0055】

図3は、本発明にかかる電流測定装置の第2実施例を示しており、上記実施例と同一もしくは相当する部分には、同一符号を付してその説明を省略するとともに、以下にその特徴点についてのみ詳述する。

【0056】

同図に示した実施例では、電流検出部10は、上記実施例と同様に、光ファイバセンサ11と、第1ファラデー素子13と、光透過型の偏光分離素子14と、第1光ファイバ15と、第2光ファイバ16とを備えている。

【0057】

偏光分離素子14と第1ファラデー素子13との間には、レンズ系19が介装

されている。このレンズ系19は、所定の間隔を隔てて対向配置される2枚のレンズ19a, 19bから構成されている。

【0058】

一方のレンズ19aは、結像点Aが第1光ファイバ15の端面15aのコア部になるように設置されている。他方のレンズ19bは、結像点Bが光ファイバセンサ11の入射面11aのコア部になるように設置されている。

【0059】

また、レンズ19a, 19b間では、平行光線になるように、レンズ19a, 19bの間隔が設定されている。

【0060】

このように構成した第2実施例では、レンズの数が第1実施例よりも1枚増えるが、全体の小型化が達成されるとともに、レンズ19a, 19bの構成も、コリメートレンズを用いることができ、レンズ自体が単純になる。

【0061】

また、このようなレンズ系19を採用すると、空間伝搬光と各ファイバ11, 15のモードフィールドの整合が図れ、挿入損失の低減が図れる。

【0062】

図4は、本発明にかかる電流測定装置の第3実施例を示しており、上記実施例と同一もしくは相当する部分には、同一符号を付してその説明を省略するとともに、以下にその特徴点についてのみ詳述する。

【0063】

同図に示した実施例では、図1に示した第1実施例に対して、電流検出部10の構成は、実質的に同一であるが、光電変換部20aの構成に特徴がある。すなわち、本実施例の光電変換部20aは、第1実施例と同様に、光源21や第1および第2光電変換素子24, 25を備えているが、偏波分離プリズム23などの構成に替えて、第1実施例で示した電流検出部10の光ファイバセンサ12以外の部分C（図1に一点鎖線で囲んだ部分）の構成を用いている。

【0064】

C部分の構成は、第1ファラデー素子13と、偏光分離素子14と、第1光フ

ファイバ 1 5 と、第 2 光ファイバ 1 6 と、レンズ 1 7 と、フェルルール 1 8 に保持された第 1 および第 2 光ファイバ 1 5, 1 6 とを備えている。

【0 0 6 5】

このように構成した実施例によれば、電流検出部 1 0 と光電変換部 2 0 a とに、実質的に同じ構成の部品が共通使用されるので、構成部品の削減が可能になるとともに、共通する部分をユニット化すると、組立てもより一層簡単になる。

【0 0 6 6】

なお、上記実施例では、レンズ系 1 7, 1 9 は、偏光分離素子 1 4 とファラデー素子 1 3 との間に設置した場合を例示したが、本発明の実施は、これに限定されることはなく、結像点を光ファイバセンサ 1 1 と第 1 光ファイバ 1 5 の端面コア部に設定するようにすれば、レンズ系 1 7, 1 9 は、ファラデー素子 1 3 と光ファイバセンサ 1 1 との間に設置することもできる。

【0 0 6 7】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明にかかる電流測定装置によれば、構成部品の低減により、小型化を達成し、かつ、簡単に組み立てられ、コストの低減も図れる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明にかかる電流測定装置の第 1 実施例を示す全体構成説明図ある。

【図 2】

図 1 の要部拡大図である。

【図 3】

本発明にかかる電流測定装置の第 2 実施例を示す要部拡大図である。

【図 4】

本発明にかかる電流測定装置の第 3 実施例を示す全体構成説明図ある。

【図 5】

従来の電流測定装置の一例を示す要部説明図である。

【図 6】

図5に示した電流測定装置の改良例の要部説明図である。

【図 7】

図5に示した電流測定装置の他の改良例の要部説明図である。

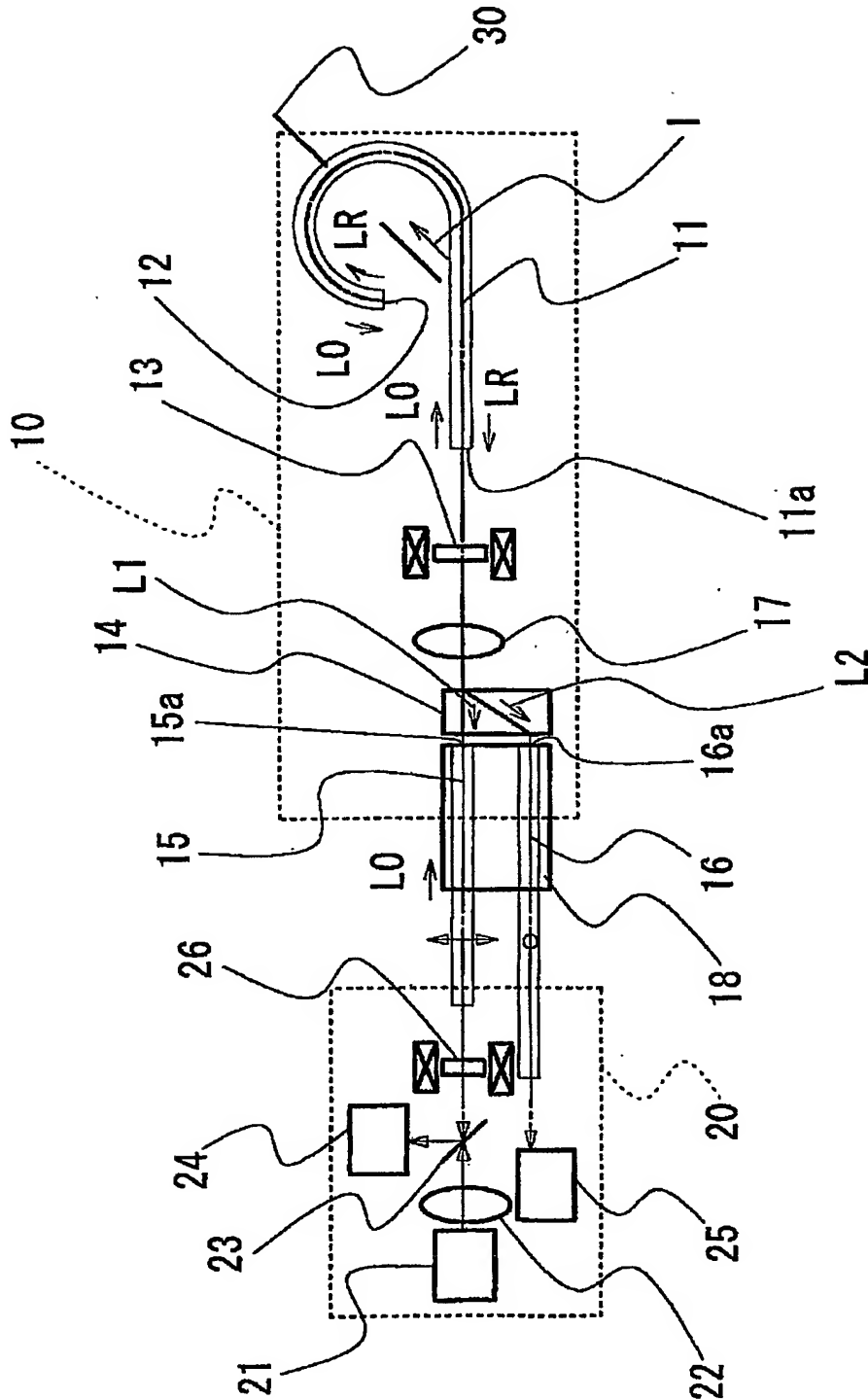
【符号の説明】

1 0	電流検出部
1 1	光ファイバセンサ
1 2	反射膜
1 3	第1ファラデー素子
1 4	偏光分離素子
1 5	第1光ファイバ
1 6	第2光ファイバ
1 7	レンズ
1 8	フェルール
2 0	光電変換部

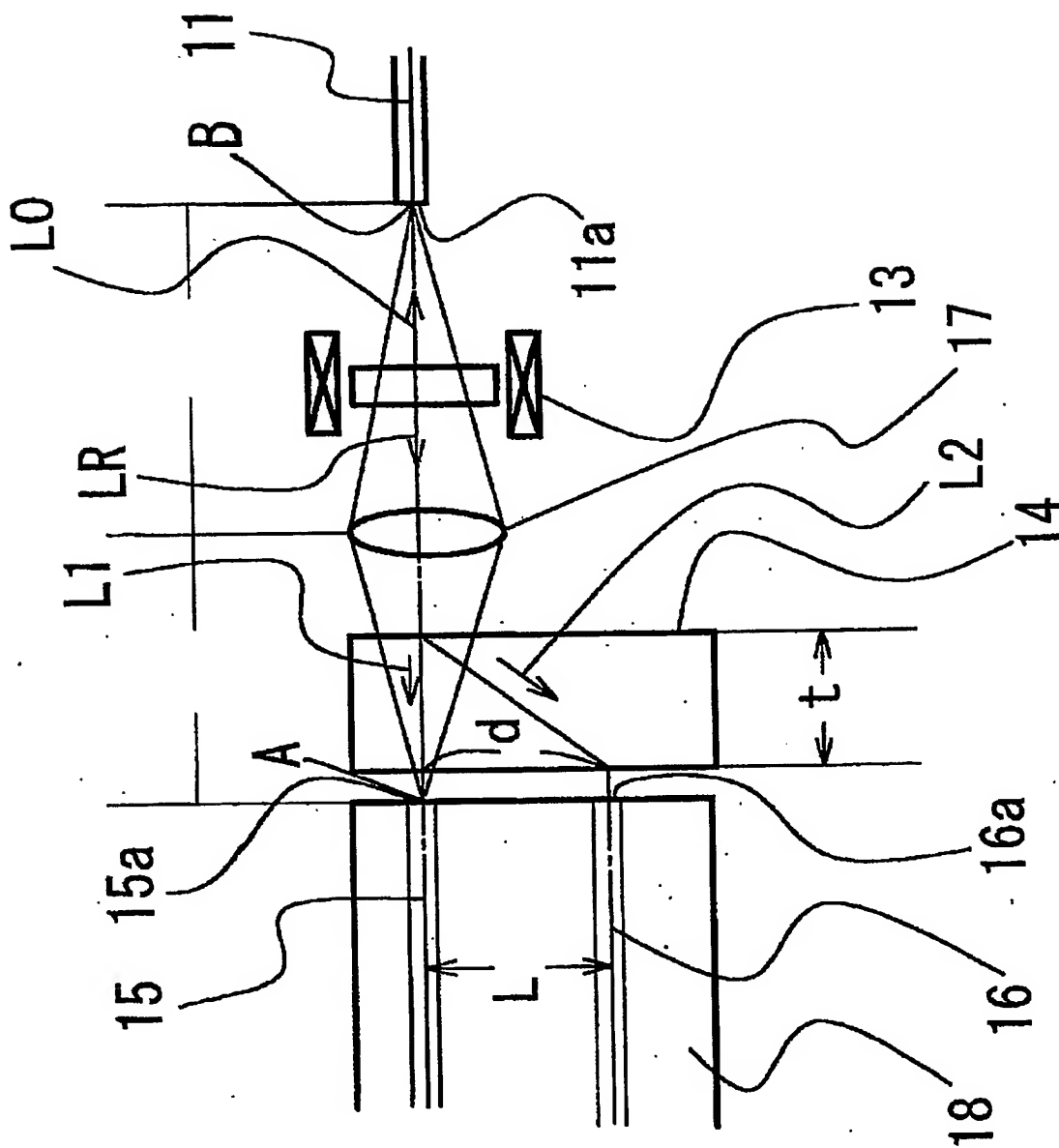
【書類名】

図面

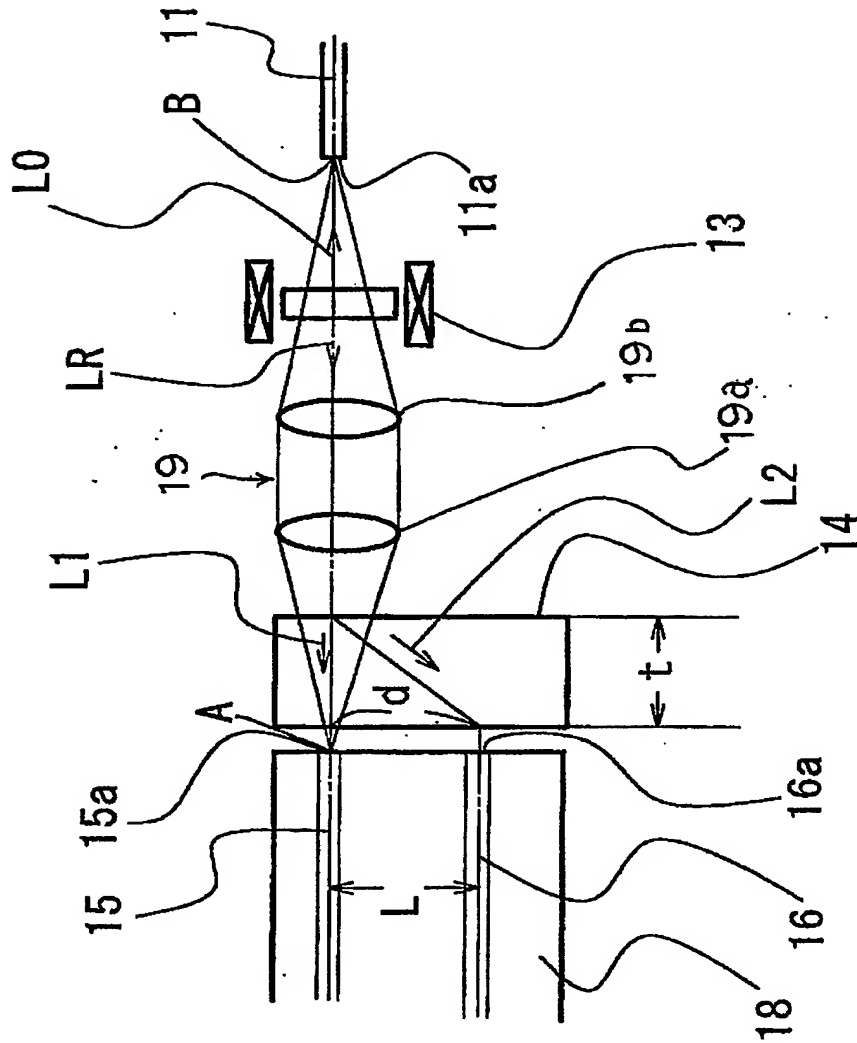
【図1】



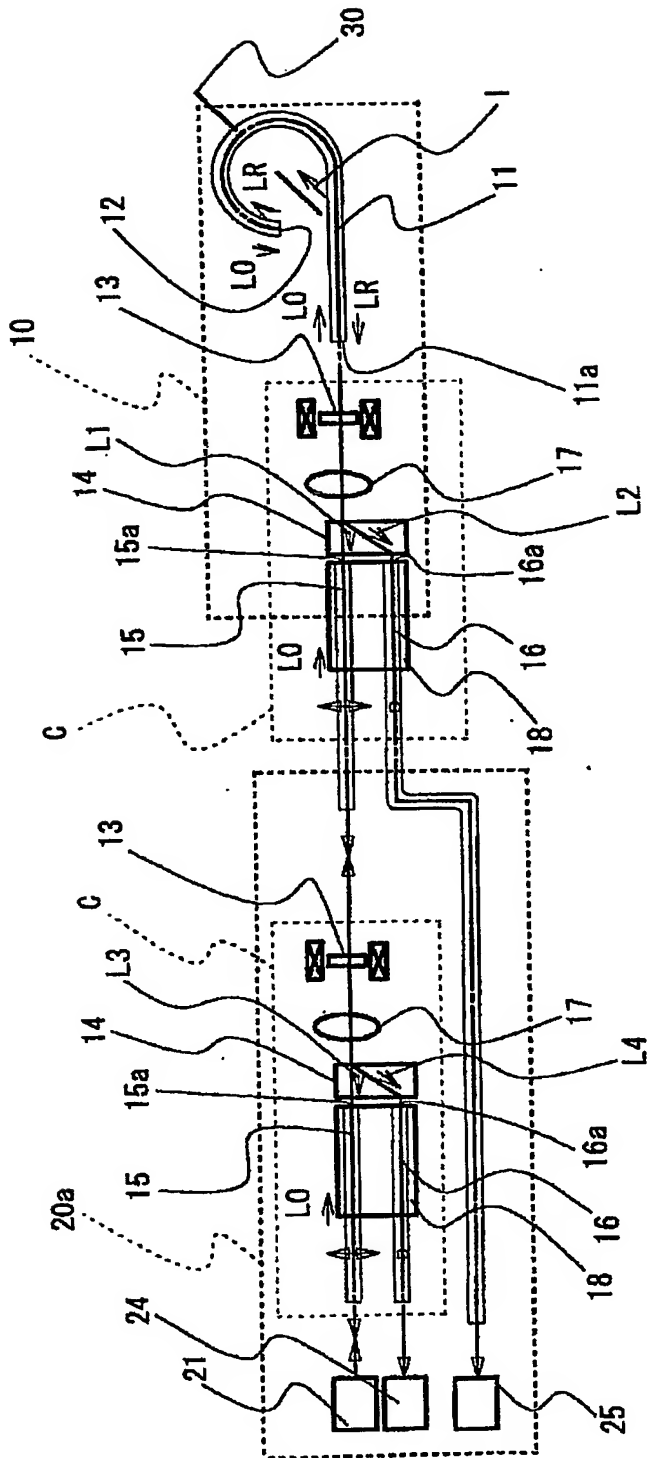
【図2】



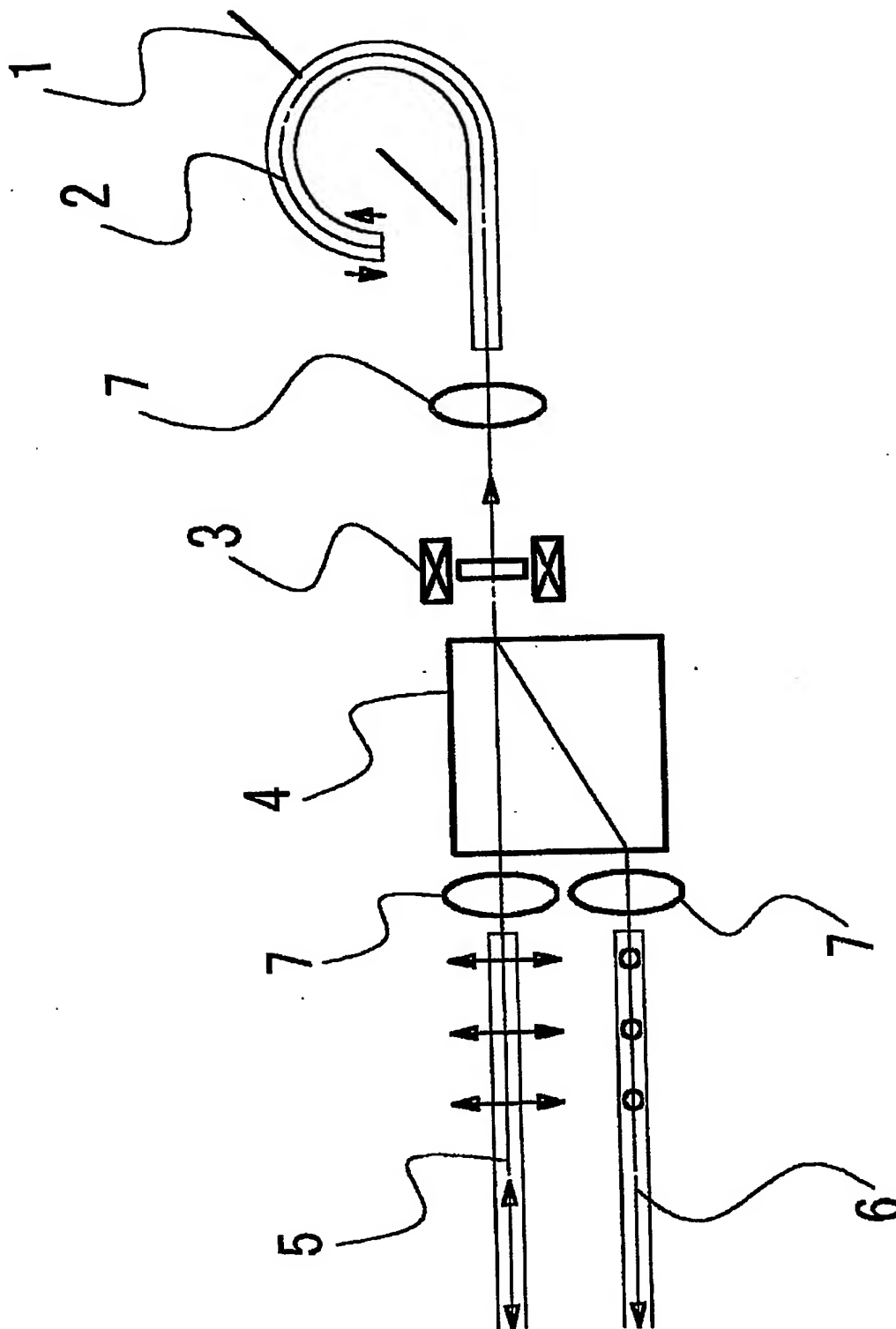
【図3】



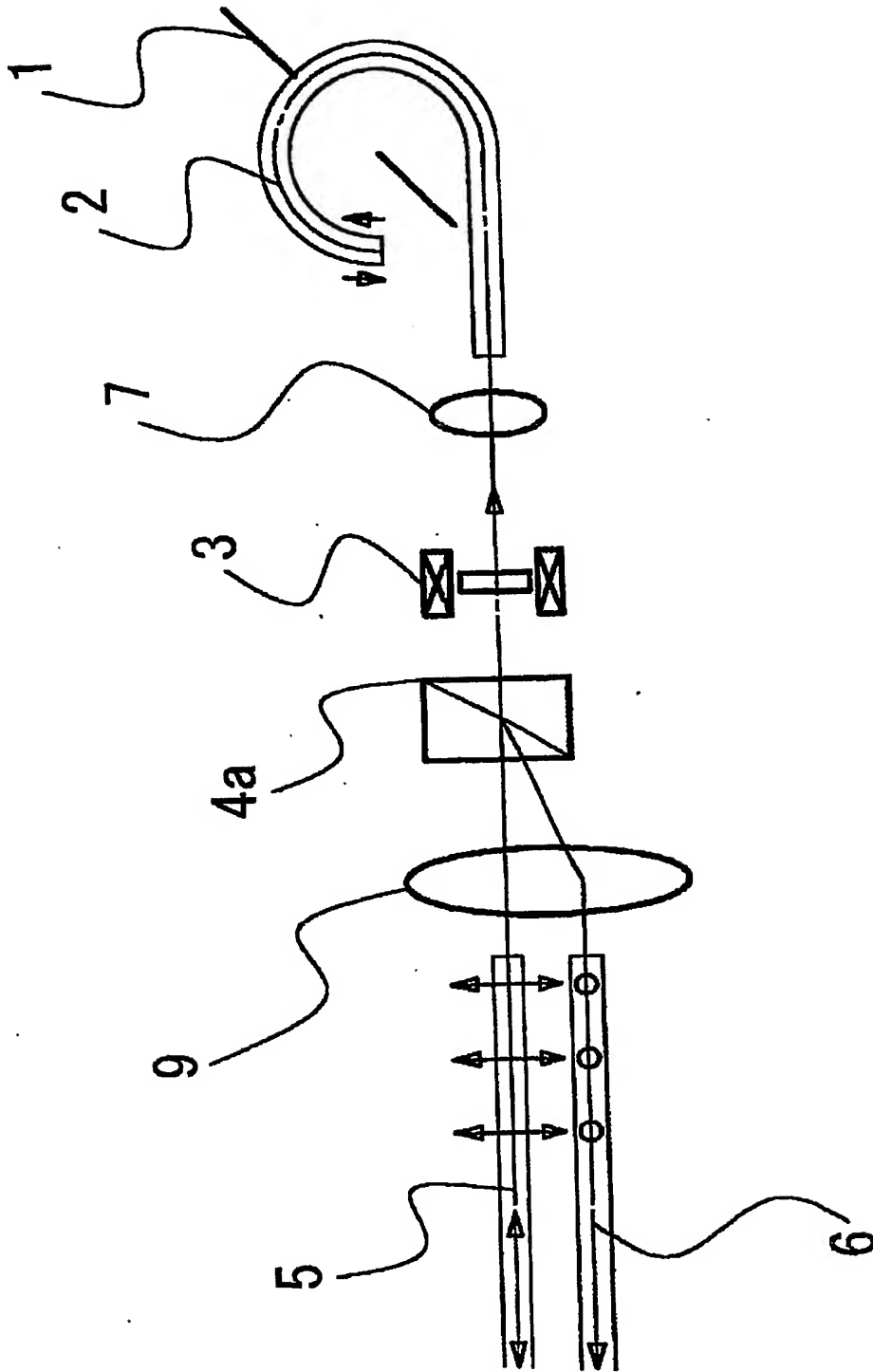
【図4】



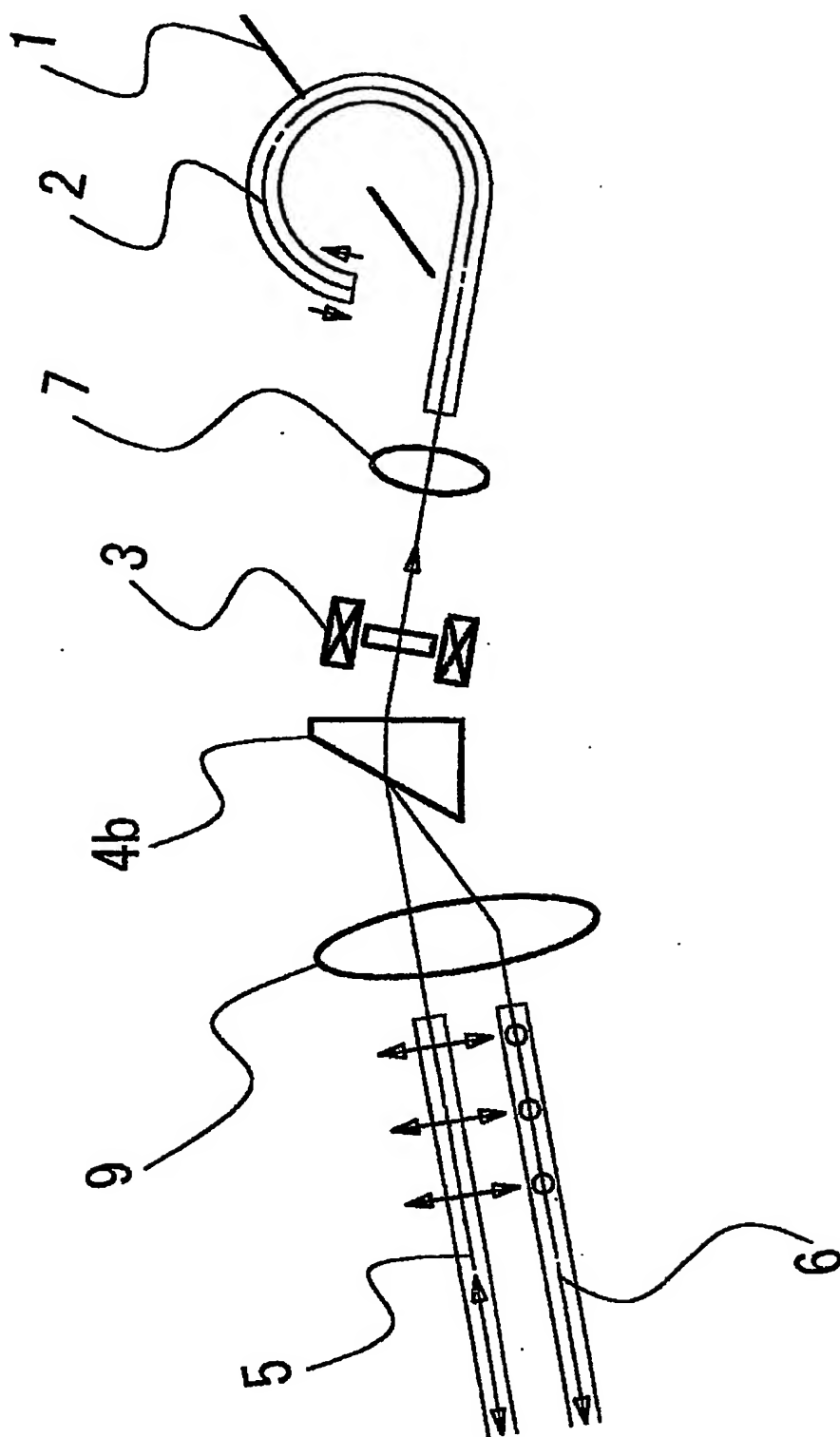
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 構成部品を低減して、小型化すること。

【解決手段】 電流測定装置は、電流検出部10と、光電変換部20とを備えている。検出部10に、導体30の外周に周回設置される光ファイバセンサ11を有し、センサ11は、端部で反射するように一端側に反射膜12が設けられている。電流検出部10は、第1ファラデー素子13と、光透過型の偏光分離素子14と、第1光ファイバ15と、第2光ファイバ16と、レンズ17とを備えている。ファラデー素子13は、入射する光の偏波面を22.5°回転させる。偏光分離素子14は、センサ11からの出射光を、相互に直交する常光 L_1 と異常光 L_2 とに分波するとともに、光源から発射される直線偏波光 L_0 を透過させる機能を備えている。レンズ17は、単一のレンズから構成され、素子13と偏光分離素子14との間に設置され、結像点がセンサ11の入射端11aと第1光ファイバ15の一端面15aのコア部に設定されている。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003687]

1. 変更年月日 1990年 8月17日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号
氏 名 東京電力株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000240477]

1. 変更年月日	1990年 8月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都足立区新田3丁目8番22号
氏 名	並木精密宝石株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.